

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/014173

International filing date: 13 December 2004 (13.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10358261.4
Filing date: 11 December 2003 (11.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

24 JAN 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 58 261.4

Anmeldetag: 11. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber: austriamicrosystems AG, Unterpremstätten/AT

Bezeichnung: Anordnung und Verfahren zur Bestimmung der
Drehzahl eines Gleichstrom-Motors

IPC: H 02 P 7/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 13. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Brosig

Beschreibung

Anordnung und Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors, die Verwendung einer derartigen Anordnung in einem Lüfter und einer Pumpe sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors.

Die Drehzahl von Motoren kann mit unterschiedlichen Methoden bestimmt werden. Dabei kann grundsätzlich zwischen solchen Methoden unterschieden werden, bei denen mit zusätzlichen Sensoren oder Gebern gearbeitet wird, wie beispielsweise mit Hall-Elementen oder Lichtschranken zur Erzeugung eines drehzahlproportionalen Signals, sowie zwischen solchen Methoden, bei denen der Motorstrom oder die Motorspannung ausgewertet wird, um ein drehzahlproportionales Signal zu erzeugen.

In dem Dokument DE 1 673 364 beispielsweise wird die Drehzahl dadurch bestimmt, daß zeitliche Änderungen des Motorstroms bedingt durch Stromwechsel von einer Kollektorlamelle zur nächsten mit Impulsformerstufen und Meßgeräten, beispielsweise Drehspulinstrumenten, ausgewertet werden.

In dem Dokument DD 254 254 A1 ist ebenfalls eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines drehzahlproportionalen Signals bei Gleichstrom-Kommutatormotoren gezeigt, bei dem spannungsgesteuerte Hochpaß- und Tiefpaß- und Schmalbandpaßfilter zur Signalauswertung vorgesehen sind.

In den Dokumenten DE 199 15 875 A1 und DE 199 15 877 A1 sind Verfahren und Vorrichtungen zur Drehzahlmessung eines Gleichstrom-Kommutatormotors gezeigt, bei denen die Drehzahlauswertung mittels Frequenzanalyse bzw. einer Zeitsynchronisation erfolgt.

In dem Dokument DE 197 29 238 C1 wird mit Hilfe eines parallel zum Motor arbeitenden Motormodells und elektromechanischen Motorgleichungen eine Zustandsschätzung der wahrscheinlichen, aktuellen Drehzahl aus der Motorspannung oder dem Motorstrom extrapoliert.

Alle beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen haben die Eigenschaften gemeinsam, daß sie zur Drehzahlbestimmung keine zusätzlichen Sensoren oder Geber benötigen, sondern die Drehzahl mit Vorteil aus der Motorspannung oder dem Motorstrom ermitteln. Dazu werden verhältnismäßig aufwendige Vorrichtungen und/oder rechenintensive Verfahren benutzt. Zudem sind einige Verfahren und Vorrichtungen lediglich für bestimmte Motortypen ausgerichtet und geeignet. Einige der beschriebenen Methoden sind zudem nicht geeignet, zeitlichen Änderungen der Motorparameter zu folgen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Anordnung und ein Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors anzugeben, welches eine kontinuierliche Messung der Drehzahl ermöglicht und dabei mit geringem Aufwand realisiert werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bezüglich der Anordnung mit einer Anordnung zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors gelöst, umfassend

- einen Signaleingang zum Zuführen eines von der Motorspannung oder dem Motorstrom des Gleichstrom-Motors abgeleiteten Signals,
- einen Analog/Digital-Wandler mit einem Eingang, der mit dem Signaleingang gekoppelt ist, und mit einem Ausgang zur Bereitstellung einer Folge von Abtastwerten,
- einen ersten Mittelwertbildner der Folge von Abtastwerten, der mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers gekoppelt ist,
- einen zweiten Mittelwertbildner der Folge von Abtastwerten, der mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers gekoppelt ist, wobei die erste und die zweite Mittelwertbildung jeweils auf eine unterschiedliche Anzahl von Abtastwerten bezogen sind,
- einen Vergleicher, der mit dem ersten und dem zweiten Mittelwertbildner verbunden ist und an seinem Ausgang ein Vorzeichen in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis bereitstellt, und
- eine Recheneinheit, die mit dem Vergleicher gekoppelt ist zur Bestimmung der Drehzahl des Gleichstrom-Motors in Abhängigkeit von der Anzahl der Abtastwerte zwischen Vorzeichenwechseln.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Anordnung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

So kann bevorzugt ein digitaler Signalprozessor vorgesehen sein, der den ersten Mittelwertbildner, den zweiten Mittelwertbildner, den Vergleicher und die Recheneinheit umfaßt.

Weiter bevorzugt ist ein Strom-Meßwiderstand vorgesehen, der den Signaleingang der Anordnung bildet.

Weiter bevorzugt kann ein in Reihe zum Motor angeordneter Widerstand vorgesehen sein. Dabei braucht mit Vorteil der Motor während der Ausführung der Drehzahlmessung nicht von einer Versorgungsspannungsquelle getrennt werden. Der Motor muß nicht in einen Generatorbetrieb umgeschaltet werden, um eine Drehzahlmessung durchzuführen.

Der Strom-Meßwiderstand kann an beliebiger Stelle in Reihe zum Motor angeordnet sein, also beispielsweise am Motor-Pluspol oder am Motor-Minuspol.

Es kann ein Gleichspannungsverstärker vorgesehen sein, der den Signaleingang mit dem Eingang des Analog/Digital-Wandlers koppelt.

Die Differenz-Gleichspannung über dem Strom-Meßwiderstand kann bevorzugt mittels eines Gleichspannungsverstärkers mit bevorzugt massefreier Eingangsstufe verstärkt und als zeitkontinuierliches, massebezogenes Signal am Ausgang des Verstärkers bereitgestellt werden.

Der Gleichstrom-Motor ist bevorzugt ein Gleichstrom-Kommutatormotor.

Im Falle eines Bürsten-Motors weist die Differenzspannung über dem Strom-Meßwiderstand außer einem Gleichstromanteil zur Speisung des Motors auch zeitlich veränderliche Stromanteile auf. Diese zeitlich veränderlichen Stromanteile werden unter anderem durch die Stromübernahme der Schleifkontakte von einem Motorsegment zum nächsten verursacht und sind deshalb drehzahlproportional.

Bei dem vorgeschlagenen Prinzip werden zeitliche Änderungen von Motorspannung oder Motorstrom erfaßt. Hierfür sind keine zusätzlichen Sensoren nötig. Vielmehr kann das Prinzip mit geringem Aufwand bevorzugt in integrierter Schaltungstechnik implementiert werden. Es sind lediglich ein Analog/Digital-Wandler sowie ein Mikro-Controller oder andere Mittel zur digitalen Signalverarbeitung vorgesehen, welche Mittelwertbildungen, Vergleich und Drehzahlberechnung ausführen.

Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors mit den Schritten:

- Erfassen der Motorspannung oder des Motorstroms oder eines von Motorspannung oder Motorstrom des Gleichstrom-Motors abgeleiteten Signals,
- Abtasten des Signals und Bereitstellen einer Folge von Abtastwerten,
- Bilden eines ersten Mittelwerts einer ersten Anzahl von Abtastwerten,
- Bilden eines zweiten Mittelwerts einer zweiten Anzahl von Abtastwerten,
- Vergleichen des ersten Mittelwerts mit dem zweiten Mittelwert und Bereitstellen eines Vorzeichens des Ergebnisses,
- Berechnen der Drehzahl in Abhängigkeit von der Anzahl der Abtastwerte zwischen Vorzeichenwechseln.

Bevorzugte Weiterbildungen des beschriebenen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

So ist bevorzugt die erste Anzahl von Abtastwerten größer als die zweite Anzahl von Abtastwerten.

Der erste und der zweite Mittelwert werden bevorzugt fortlaufend mit den eingehenden Abtastwerten aktualisiert.

Bevorzugt werden die stets aktualisierten Mittelwerte miteinander fortlaufend verglichen.

In der Recheneinheit wird bevorzugt die jeweils zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vorzeichenwechseln gebildete Anzahl von Abtastwerten mit der Zeit zwischen den einzelnen Abtastwerten multipliziert und damit die halbe Periodendauer der elektrischen Kontaktwechsel des Motors errechnet.

Die Drehzahl wird bevorzugt in Abhängigkeit der Zeit ermittelt, die zwischen zwei elektrischen Kontaktwechseln der Kollektorlamellen zum Schleifkontakt bzw. den Kontaktbürsten verstreicht.

Die Drehzahlmessung erfolgt gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren bevorzugt kontinuierlich. Dabei ist mit Vorteil keine Umschaltung vom Motorbetrieb in einen Generatorbetrieb nötig.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel anhand der Figur näher erläutert.

Es zeigt:

die Figur ein Ausführungsbeispiel des vorgeschlagenen Prinzips anhand eines Blockschaltbildes.

Die Figur zeigt eine Anordnung zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors 1. Zu seiner elektrischen Versorgung ist der Gleichstrom-Motor 1 an eine Spannungsquelle 2 angeschlossen. Die Spannungsquelle 2 ist zu- und abschaltbar aus-

geführt und stellt ein veränderbares Signal bereit. In Serie zu dem Gleichstrom-Motor 1 ist ein Serienwiderstand 3 an die Spannungsquelle 2 geschaltet. Der Serienwiderstand 3 ist als Meß-Widerstand ausgestaltet, englisch: shunt. Die beiden Anschlüsse des Meß-Widerstands 3 sind mit Eingängen eines DC-Verstärkers 4 verbunden. Der Verstärker 4 ist als Gleichspannungsverstärker ausgeführt und hat eine massefreie Eingangsstufe. Der Ausgang des Gleichspannungsverstärkers 4, an dem ein massebezogenes Signal bereitgestellt wird, ist mit dem Eingang eines Analog/Digital-Wandlers 5 verbunden. Der Analog/Digital-Wandler 5 ist ausgelegt zum Abgeben einer Folge von Abtastwerten an seinem Ausgang. Der Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 5 ist mit dem Eingang eines Mikro-Controllers 6 verbunden. Der Mikro-Controller 6 umfaßt einen ersten Mittelwertbildner 61 und einen zweiten Mittelwertbildner 62, deren Eingänge mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 5 gekoppelt sind. An Ausgänge der beiden Mittelwertbildner 61, 62 ist ein Vergleicher 63 angeschlossen, dessen Ausgang wiederum mit einer Recheneinheit 64 gekoppelt ist. Die Recheneinheit 64 stellt an ihrem Ausgang ein drehzahlproportionales Signal bereit. Ein weiterer Eingang der Recheneinheit 64 ist mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 5 gekoppelt. Die Recheneinheit 64 ist ausgelegt zum Multiplizieren der Anzahl der abgetasteten Einzelwerte zwischen zwei Vorzeichenwechseln mit der Zeit zwischen den einzelnen Abtastvorgängen. Dieser Wert entspricht der halben Periodendauer der elektrischen Kontaktwechsel des Motors 1. Der Vergleicher 63 stellt hierfür jeweils ein Vorzeichen des Vergleichs zwischen den Mittelwerten des ersten und des zweiten Mittelwertbildners 61, 62 bereit.

Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren zur kontinuierlichen Periodendauermessung wird die Zeit, die bei einem sich drehen-

den Kollektormotor 1 zwischen elektrischen Kontaktwechseln der einzelnen Kollektorlamellen zum Schleifkontakt verstreicht, gemessen. Dies wird erreicht, indem dadurch verursachte elektrische Änderungen der physikalischen Eigenschaften des Motors 1, welche an seinen elektrischen Anschlüssen, insbesondere über dem Widerstand 3 als analoge physikalische Größe eingeprägt werden, einem Analog/Digital-Wandler 5 zugeführt werden. Der Analog/Digital-Wandler 5 tastet diese Änderungen in einem vorgegebenen Zeitraster innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters ab und gibt die abgetasteten Momentanwerte als digitale Zahlenwertreihe aus. Aus den digitalen Zahlenwerten wird in einem ersten Mittelwertbildner 61 aus einer größeren Anzahl von Abtastwerten ein erster Mittelwert errechnet, und dieser Mittelwert wird durch eingehende Zahlenwerte fortlaufend aktualisiert. Weiterhin wird aus den digitalen Abtastwerten eine zweite Mittelwertbildung dadurch vorgenommen, daß der Mittelwert aus einer geringeren Anzahl von Einzelwerten im Verhältnis zu dem ersten Mittelwert errechnet wird. Auch der zweite Mittelwert wird durch eingehende weitere Abtastwerte fortlaufend aktualisiert. Mit dem Vergleich 63 werden der erste Mittelwert und der zweite Mittelwert wiederkehrend verglichen. Dabei wird das Vorzeichen des Vergleichs gebildet. Die Anzahl der Abtastwerte zwischen den Vorzeichenwechseln der wiederkehrenden Vergleichsergebnisse wird mit der Zeitdauer zwischen den einzelnen Abtastungen multipliziert. Diese Zeitdauer wird von der Abtastrate des Analog/Digital-Wandlers vorgegeben. Durch die Multiplikation wird die halbe Periodendauer der elektrischen Kontaktwechsel des Motors 1 errechnet.

Gemäß dem vorgeschlagenen Prinzip wird eine besonders kostengünstige Systemlösung bereitgestellt, mit der eine Motordrehzahlmessung ohne zusätzliche Vorrichtungen und folglich mit

geringen Kosten realisiert werden kann. Insbesondere kann die gewonnene Motordrehzahl zu einer Motordrehzahlregelung verwendet werden.

Die benötigten Vorrichtungen wie Gleichtaktverstärker 4, Analog/Digital-Wandler 5 und Mikro-Controller 6 sind in einer Motorsteuerung ohnehin notwendigerweise vorhanden, auch dann, wenn keine Drehzahlmessung und/oder keine Drehzahlregelung ausgeführt wird. Deshalb ist das vorliegende Verfahren zur Drehzahlmessung mit besonders geringem Aufwand und kostengünstig realisierbar.

Als auszuwertendes Signal für die Drehzahlmessung dient vorliegend die zeitkontinuierliche Gleichspannung über einen in Reihe zum Motor 1 angeordneten Widerstand 3. Der Motor 1 arbeitet ständig im Normalbetriebsmodus und muß während der Durchführung der Drehzahlmessung auch weder von der Versorgungsspannungsquelle getrennt werden, noch in einem Generatorbetrieb arbeiten.

Der Meß-Widerstand 3 ist vorliegend am Motor-Minuspol angeordnet, der sogenannten low side, kann alternativ aber auch am Motor-Pluspol, der sogenannten high side, angeordnet sein.

Der Motorstrom und damit auch die Differenzspannung über dem Strom-Meßwiderstand 3 weist neben dem Gleichstromanteil zur Speisung des Motors beispielsweise im Falle eines Bürstenmotors auch zeitlich veränderliche Stromanteile auf, welche durch die Stromübernahme der Schleifkontakte, beispielsweise Kohlebürsten, von einem Motorsegment zum nächsten verursacht werden und deshalb drehzahlproportional sind.

Die Differenz-Gleichspannung über dem Meß-Widerstand 3 wird mit dem Gleichspannungsverstärker 4 mit massefreier Eingangsstufe verstärkt und als zeitkontinuierliches, massebezogenes Signal am Ausgang des Verstärkers 4 bereitgestellt. Die so erzeugte Gleichspannung wird dem Eingang eines Analog/Digital-Wandlers zugeführt und mit ausreichend hoher Abtastrate in eine Folge von digitalen Meßwerten gewandelt. Mit dem vorliegenden Verfahren wird im digitalen Signalprozessor aus den digitalen Abtastwerten die Drehzahl des Motors bestimmt. Das Verfahren ist dabei so ausgelegt, daß es mit minimaler Rechenleistung und besonders geringem Speicherbedarf auskommt. Das beschriebene Verfahren ist insbesondere in einfacher Weise mit 8-Bit-Mikroprozessoren realisierbar.

Im Rahmen einer Kalibrierung kann mit Vorteil eine umfangreiche Meßreihe bei einem normalen Motorbetrieb aufgenommen werden, um mit Hilfe einer statistischen Signalanalyse grundlegende Informationen über die Nutz- und Störspektren des Signals abzuleiten und eine Signalkonditionierung durchzuführen. Anschließend kann ein auf das betriebsabhängig auftretende Störspektrum zugeschnittenes Signalmodell für die Signalform der vom Motor selbst erzeugten Wechselspannung ermittelt werden. Das Signalmodell mit Nutzspektrum, welches bezüglich der Zeitverläufe und/oder Signalfrequenzen parametrisierbar ist, kann dabei für den aktuellen Motorbetriebsfall adaptiert werden.

Ein zusätzlicher Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß das beschriebene Verfahren bei starken Veränderungen des Betriebszustands des Motors wie Stromform, Dynamikbereich des Signals, Drehzahl, Lastbedingungen, Störspektrum der pulsweitenmodulierten Steuerung usw. anwendbar ist. Das Verfahren eignet sich aber auch für starke Unterschiede motorspezifi-

scher Charakteristika wie Motortypen, Laufeigenschaften, alterungsbedingte Änderungen in der Motorcharakteristik et cetera. Typische Kenngrößen können dabei mit Vorteil ohne eine aufwendige Signaltransformation, das heißt ohne Anwendung einer schnellen Fourier-Transformation, englisch: FFT, fast fourier transformation, oder Ähnliches, gewonnen werden.

Ein noch weiterer Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, daß die Funktionalität vollständig in Software abgebildet werden kann, nämlich im Mikro-Controller 6, und somit flexibel an unterschiedliche Anwendungsfälle angepaßt werden kann. Da keinerlei zusätzliche Hardware benötigt wird, entsteht eine sehr kostengünstige Systemlösung.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors (1), umfassend

- einen Signaleingang (3) zum Zuführen eines von der Motorspannung oder dem Motorstrom des Gleichstrom-Motors (1) abgeleiteten Signals,
- einen Analog/Digital-Wandler (5) mit einem Eingang, der mit dem Signaleingang (3) gekoppelt ist, und mit einem Ausgang zur Bereitstellung einer Folge von Abtastwerten,
- einen ersten Mittelwertbildner (61) der Folge von Abtastwerten, der mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers (5) gekoppelt ist,
- einen zweiten Mittelwertbildner (62) der Folge von Abtastwerten, der mit dem Ausgang des Analog/Digital-Wandlers (5) gekoppelt ist, wobei die erste und die zweite Mittelwertbildung jeweils auf eine unterschiedliche Anzahl von Abtastwerten bezogen sind,
- einen Vergleicher (63), der mit dem ersten und dem zweiten Mittelwertbildner (61, 62) verbunden ist und an seinem Ausgang ein Vorzeichen in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis bereitstellt, und
- eine Recheneinheit (64), die mit dem Vergleicher (63) gekoppelt ist zur Bestimmung der Drehzahl des Gleichstrom-Motors (1) in Abhängigkeit von der Anzahl der Abtastwerte zwischen Vorzeichenwechseln.

2. Anordnung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

ein digitaler Signalprozessor (6) vorgesehen ist, der den ersten Mittelwertbildner (61), den zweiten Mittelwertbildner (62), den Vergleicher (63) und die Recheneinheit (64) umfaßt.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Strom-Messwiderstand (3) vorgesehen ist, der den Signaleingang der Anordnung bildet.

4. Anordnung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Strom-Messwiderstand (3) in Reihe zu dem Gleichstrom-Motor (1) geschaltet ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Gleichspannungsverstärker (4) vorgesehen ist, der den Signaleingang (3) mit dem Eingang des Analog/Digital-Wandlers (5) koppelt.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Gleichstrom-Motor (1) ein Gleichstrom-Kommutatormotor ist.

7. Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6
bei einem Gleichstrom-Motor (1) zum Antrieb eines Lüfters.

8. Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6
bei einem Gleichstrom-Motor (1) zum Antrieb einer Pumpe.

9. Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors (1) mit den Schritten:

- Erfassen der Motorspannung oder des Motorstroms oder eines von Motorspannung oder Motorstrom des Gleichstrom-Motors (1) abgeleiteten Signals,
- Abtasten des Signals und Bereitstellen einer Folge von Abtastwerten,
- Bilden eines ersten Mittelwerts einer ersten Anzahl von Abtastwerten,
- Bilden eines zweiten Mittelwerts einer zweiten Anzahl von Abtastwerten,
- Vergleichen des ersten Mittelwerts mit dem zweiten Mittelwert und Bereitstellen eines Vorzeichens des Ergebnisses,
- Berechnen der Drehzahl in Abhängigkeit von der Anzahl der Abtastwerte zwischen Vorzeichenwechseln.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß

die erste Anzahl von Abtastwerten größer als die zweite Anzahl von Abtastwerten ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet, daß

der erste und der zweite Mittelwert fortlaufend aktualisiert werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Drehzahl in Abhängigkeit der Zeit errechnet wird, die zwischen elektrischen Kontaktwechseln einzelner Kollektorlamellen zum Schleifkontakt verstreicht.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Messung der Drehzahl kontinuierlich erfolgt.

Zusammenfassung

Anordnung und Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors

Es ist eine Anordnung und ein Verfahren zur Bestimmung der Drehzahl eines Gleichstrom-Motors angegeben. Dabei ist ein Analog/Digital-Wandler (5) mit einem Versorgungsanschluß eines Motors (1) gekoppelt. Zwei Mittelwertbildner (61, 62), die am Ausgang des Analog/Digital-Wandlers (5) angeschlossen sind, stellen Mittelwerte bezogen auf eine unterschiedliche Anzahl von Abtastwerten bereit. Ein Vergleicher (63) ermittelt das Vorzeichen des Vergleichs der Mittelwerte. Mit einer Recheneinheit (64) wird die Motordrehzahl des Motors (1) in Abhängigkeit von der Anzahl der Abtastwerte zwischen den Vorzeichenwechseln ermittelt.

Figur

P2003,0875

Fig.

